حفظ الاغذية بالتجفيف

من المعروف أن الانشطة الميكروبية وكذلك التفاعلات الكيميائية تحدث فقط عند توافر كمية كافية من الماء وبالتالى فان خفض المحتوى المائى للاغذية الى حد معين يؤدى الى ابطاء أو منع هذه الانشطة الميكروبية وكذلك التفاعلات الكيميائية المختلفة التى تسبب تلف وفساد الاغذية وفقد عناصر الجودة بها وكذلك فقد قيمتها الغذائية وهذا هو الاساس فى عملية التجفيف .

وتعتمد كمية الماء اللازمة لنشاط الاحياء الدقيقة على ما يسمى بالنشاط المائى Water activity ويرمزله بالرمز (a_w) وهو عبارة عن النسبة بين ضغط بخار الماء فى الغذاء إلى ضغط بخار الماء النقى على نفس درجة الحرارة وتتراوح قيمة النشاط المائى بين صفر الى واحد صحيح وعند مضاعفة قيمتة مائة مرة فاننا نحصل على ما يسمى بالرطوبة النسبية المتوازنة Equilibrium Relative Humidity ويرمز لها بالرمز (E R H) . والحد الادنى من النشاط المائى اللازم لنمو البكتريا هو ٩١ر وبالنسبة للخمائر ٨٨ر ويقل الى ٨ر فى حالة الفطريات وفى الاغذية الطازجة نجد ان النشاط المائى لها يقترب من الواحد الصحيح (٩٩ر أو اكثر) ولهذا فان النمو الميكروبى السريع يأخذ مجراه بسهولة مما يؤدى الى فسادها بسرعة . وعادة يتم تجفيف الاغذية بحيث ينخفض النشاط المائى لها الى ٦ر وعند هذا الحد لا يمكن للاحياء الدقيقة أن تنمو فى الغذاء ولكن بعض التفاعلات الكيميائية تستمر فى الحدوث بمعدل بطىء وبالتالى يحدث فقد فى بعض صفات الجودة وبعض العناصر الغذائية وتقل فترة الصلاحية ولا يمكن وقف مثل هذه التفاعلات تماما الا اذا انخفض النشاط المائى الى ٢ر – ٣ر ولكن من الصعب تحقيق هذا نظرا لما له من آثار ضارة على جودة الاغذية المجففة وقدرتها على العودة الى حالتها الطبيعية عند اعادة ترطيبها .

هذا وتعتمد طرق التجفيف المختلفة على استخدام الحرارة بطريقة ما للتخلص من معظم المحتوى المائى للمادة المراد تجفيفها فالخضروات على سبيل المثال تجفف حتى تصبح نسبة

الرطوبة بها من ٤ – ٦ ٪ بينما تجفف الفاكهة الى مستوى رطوبة من ١٨ – ٢٣٪ ويرجع ذلك الى احتوائها على نسبة أعلى من المواد السكرية التى تربط معها جزءا من الماء وبالتالى يقل مستوى الماء الحر المتاح للنشاط الميكروبى .

مميزات حفظ الاغذية بالتجفيف :

١ – انخفاض وزن وحجم المواد المجففة نتيجة لازالة جزء كبير من رطوبتها مما يؤدى الى انخفاض تكاليف التعبئة والنقل والتخزين وتبدو أهمية ذلك بصفة خاصة أثناء الحروب أو المجاعات .

٢ – انخفاض التكاليف اللازمة لاجراء عملية التجفيف مقارنة بطرق الحفظ الاخرى مثل التعليب أو التجميد خاصة في حالة التجفيف الطبيعى (الشمسى) بالاضافة الى عدم الحاجة الى استعمال خامات اخرى مثل السكر والصفيح كما فى حالة الاغذية المعلبة .

٣ – سهولة تخزين الاغذية المجففة حيث لا يتطلب الامر أكثر من مكان تخزين نظيف وجاف وخالى من الحشرات والقوارض بينما تحتاج الاغذية المحفوظة بالتجميد مثلا الى تخزينها فى المجمدات والتحكم تماما فى درجة الحرارة والرطوبة طوال فترة التخزين والا تعرضت الى التلف او الفساد اذا ارتفعت درجة الحرارة وأدى ذلك الى انصهارها .

عيوب حفظ الاغذية بالتجفيف :

على الرغم من المزايا السابق ذكرها فان حفظ الاغذية بالتجفيف له بعض العيوب أهمها :

١ – نظراً لاستخدام الحرارة فى عملية التجفيف فان بعض العناصر الغذائية تتعرض للفقد والتدهور حيث يحدث فقد فى بعض الفتيامينات مثل فيتامين ج وفيتامين أ والثيامين وكذلك فقد فى مكونات الطعم والرائحة كما تحدث بعض التغيرات فى القوام وقد يتأثر لون بعض المواد الغذائية نتيجة التجفيف خاصة تلك الغنية بالبروتين والمواد السكرية حيث يحدث التلون البنى لهذه المنتجات نتيجة لتفاعل الاحماض الامينية والسكريات المختزلة . وبالاضافة الى هذا فان الخطوات التصنيعية السابقة لعملية التجفيف نفسها تؤدى أيضا الى حدوث بعض الفقد فى العناصر الغذائية وبالتالى تتأثر صفات الجودة بصفة عامة ويعتمد هذا ايضا على طريقة التجفيف المستخدمة .

٢ – انخفاض فترة الصلاحية Shelf life للاغذية المجففة مقارنة بطرق الحفظ الاخرى نظرا لاستمرار حدوث بعض التفاعلات الكيميائية أثناء التخزين وبالتالى استمرار الانخفاض فى صفات وخصائص الجودة تدريجياً .

٣ – تحتاج معظم المواد الغذائية الى اعادة ترطيبها قبل الاستهلاك ويحتاج هذا الى وقت طويل نسبيا حتى تصبح أقرب ما يمكن للصورة الطازجة .

٤ – نظراً الى أن درجة الحرارة التى تستخدم عادة فى تجفيف الاغذية ليست عالية بالدرجة الكافية بحيث يمكن القضاء على كل الاحياء الدقيقة الموجودة ونظراً الى ان عملية ترطيب الاغذية المجففة تستغرق وقتاً طويلا نسبياً فان الفرصة تصبح متاحة لنمو الاحياء الدقيقة مرة أخرى ومما يزيد من خطورة هذا الامر ان بعض الاحياء الدقيقة المرضية مثل Staphylococcus aureus لا تتأثر بعملية التجفيف ويمكنها أن تسبب حدوث التسمم الغذائى من استهلاك الاغذية المجففة .

خطوات صناعة التجفيف :

تبدأ خطوات عملية التجفيف بجمع المحصول عند درجة النضج المناسبة والاستلام والوزن ثم اجراء عمليات الفرز الاولى والغسيل بالطريقة المناسبة لنوع الثمار ثم الفرز الثانوى – بعد ذلك يتم اعداد وتجهيز الثمار فى الصورة الملائمة لعملية التجفيف وقد تحتاج بعض الثمار مثل العنب والبرقوق الى معاملة خاصة لازالة الطبقة الشمعية التى تغطيها حيث ان تلك الطبقة تعوق خروج الماء من الثمار أثناء عملية التجفيف . ويتم ذلك بغمر الثمار فى محلول قلوى ساخن من الصودا الكاوية تركيزه حوالى ٥ر٪ أو أقل لمدة تختلف حسب نوع الثمار ودرجة حرارة المحلول وتختلف هذه المعاملة عن تلك السابق الاشارة اليها فى طريقة التقشير بالقلوى . وأخيراً تجرى عملية الكبرتة أو السلق أو كلاهما اذا اقتضى الامر ذلك وهنا تصبح المادة الخام مجهزة لاجراء عملية التجفيف نفسها بإستخدام الطريقة المناسبة وفيما يلى نذكر بعض طرق التجفيف الشائعة :

١ – التجفيف الشمسى : Sun Drying

يعتبر التجفيف الشمسى من أقدم طرق حفظ الاغذية بصفة عامة حيث بدأ استخدامه منذ حوالى ٢٠٠٠ سنة قبل الميلاد ولا يزال يستخدم حتى وقتنا هذا فى تجفيف بعض الفواكه مثل العنب والبرقوق نظراً لرخص العملية وبساطتها حيث لا يتطلب الامر اكثر من وضع الثمار المجهزة على صوانى وتركها لتجف بحرارة الشمس .

ولكن هناك عدة عوامل تحد من استخدام التجفيف الشمسى حيث ان الظروف تكون متاحة لنمو الاحياء الدقيقة أثناء عملية التجفيف نظرا لطول المدة اللازمة خاصة وأن درجة

حرارة الغذاء ليست عالية بالدرجة الكافية لمنع نموها وبالتالى تزداد احتمالات حدوث التلف أو الفساد أو تغيرات غير مرغوبة بالاضافة الى أن عملية التجفيف تتم فى العراء وفى اماكن مكشوفة مما يعرض الغذاء للاتربة والمهاجمة بالحشرات والطيور والقوارض كما أن الفرصة متاحة أيضا لحدوث بعض التفاعلات الكيميائية التى تؤثر على اللون والنكهة وقد تكون هذه التفاعلات مرغوبة فى بعض الاحيان كما فى حالة العنب ولكنها غير غير مرغوبة بالنسبة لمعظم الاغذية المجففة .

هذا وتحتاج عملية التجفيف الشمسى الى مساحة كبيرة تصل الى حوالى فدان للمحصول الناتج من كل ٢٠ فدان ولا تصلح الا فى الاماكن التى يتوافر فيها الطقس الهادئ المستقر الخالى من احتمالات سقوط الامطار ،

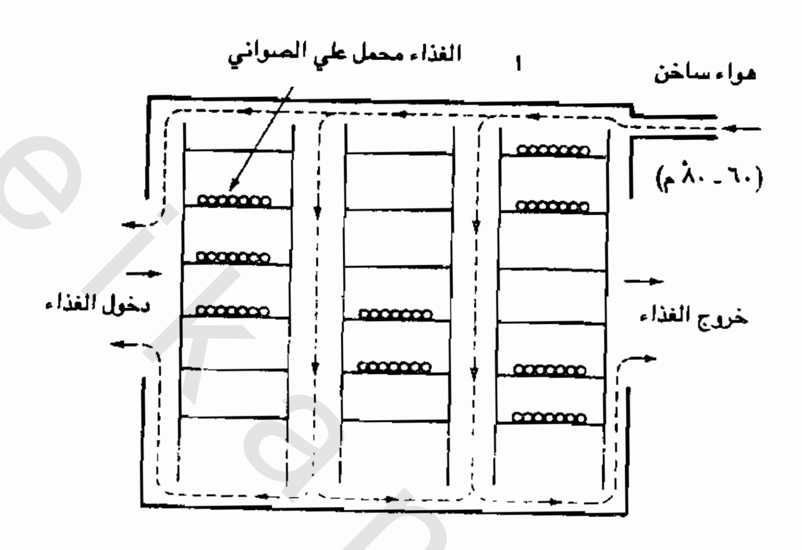
ومن ناحية القيمة الغذائية فان التجفيف الشمسى ينتج عنه اكبر نسبة فقد فى الفيتامينات بالنسبة لانواع التجفيف الاخرى على سبيل المثال يفقد الخوخ حوالى ٥٠٪ من فيتامين (ج) أثناء التجفيف ونظراً لهذا الفقد العالى فى العناصر الغذائية وكذلك الخطورة الناتجة من التلوث الميكروبى فانه لا ينصح باستخدام التجفيف الشمسى المنزلى الا فى حالات خاصة مثل تجفيف التوابل والبصل والثوم حيث تكون المشاكل قليلة فى هذه الحالات أما خلاف ذلك فلا بد من توافر الخبرة الكافية لربات البيوت فى هذا المجال .

ب - التجفيف بالانفاق : Tunnel Drying

استحدثت هذه الطريقة لتلافى عيوب التجفيف الشمسى حيث تستبدل حرارة الشمس بالهواء الساخن الجاف المندفع بسرعة كبيرة فى اتجاهات مختلفة حول الغذاء المحمل على الواح أو صوانى خاصة أو على سير يتحرك داخل النفق وهكذا يمكن منع الفقد والتلوث الناتج عن مهاجمة الطيور والحشرات والقوارض أو سقوط الامطار .

ويتم التحكم فى درجة حرارة الهواء وسرعته وكذلك رطوبته النسبية حسب متطلبات التجفيف الخاصة بكل منتج وتستغرق العملية حوالى ٦ - ١٨ ساعة حسب نوع المنتج وهذا الوقت يعادل عدة أيام فى حالة التجفيف الشمسى . ورغم ارتفاع درجة الحرارة المستخدمة فان زمن التجفيف القصير فى هذه الحالة لا يعطى الفرصة لحدوث فقد كبير فى القيمة الغذائية أو حدوث تفاعلات كيميائية ضارة بالنكهة أو اللون أو القوام بالدرجة التى تحدث فى حالة التجفيف الشمسى فمثلا لا يتعدى الفقد فى فيتامين (ج) فى الفاكهة عموما ١٠٪ وكذلك الجزر يفقد اقل من ٢٠٪ من فيتامين (أ) ولكن أهم عيوب التجفيف بهذه الطريقة هو حدوث كرمشة للمنتجات المجففة مما يؤدى الى صعوبة فى عملية الترطيب وتقل نسبة تشربها للماء

وبالتالى لا تعود الى نفس حالتها الطبيعية قبل التجفيف ويرجع ذلك الى تحطيم الانابيب الشعرية فى الانسجة أثناء عملية التجفيف وقد تم حديثا تطوير الاجهزة المستخدمة لمحاولة تلافى ذلك ، وقد قدرت تكاليف عملية التجفيف باستخدام الانفاق بحوالى ٥ر - ١ سنت لكل رطل من الماء المتبخر (الولايات المتحده الامريكية) وشكل (٢٤) يوضح رسم تخطيطى لهذا النوع من المجففات .

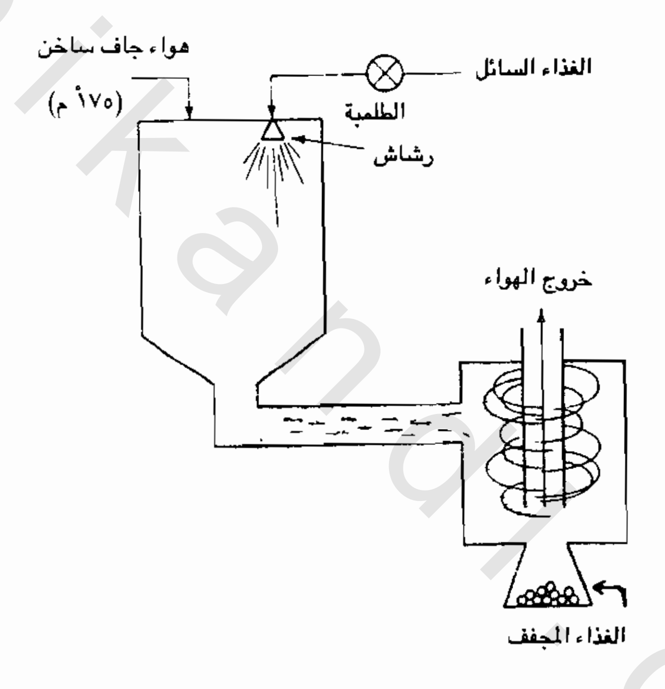


شكل (٢٤) : التجفيف بالانفاق

جـ- التجفيف بالرذاذ : Spray Drying

تستخدم هذه الطريقة فى تجفيف الاغذية السائلة مثل اللبن والقهوة حيث ترش على هيئة رذاذ جنباً الى جنب مع هواء ساخن ذو سرعة عالية وذلك داخل غرفة كبيرة يصل طولها الى ٦٠ - ١٠٠ قدم ويصل قطرها الى ٢٠ قدم وتستغرق عملية التجفيف ثوانى قليلة مما يؤدى الى قلة الفقد فى العناصر الغذائية حيث يصل الفقد فى فيتامين (ج) فى هذه الحالة الى حوالى ٥٪ فقط . وقد قدرت تكاليف عملية التجفيف بهذه الطريقة بحوالى ١ر سنت لكل رطل من الماء المتبخر وحيث أن اللبن الفرز يحتوى على حوالى ٩٤ ٪ ماء فان كل رطل من اللبن الفرز المجفف يتكلف ١٦ سنت ولتقليل التكاليف فانه يفضل تبخير الماء من الاغذية السائلة باستخدام مبخرات متعددة المراحل عبارة عن غرف يمكن خلالها تبخير الماء على درجات حرارة منخفضة تحت

تفريغ حتى لا يحدث تلف أو فقد للعناصر الغذائية ويتم فى هذه الحالة تركيز اللبن أو القهوة السائلة الى حوالى ٣٠٪ مواد صلبة كلية بتكلفة قدرها سنت واحد لكل رطل من الماء المتبخر وهكذا فان تبخير الماء من اللبن الفرز بهذه الطريقة يتكلف حوالى ٤ر٧ سنت لكل رطل من المادة الصلبة وبعد ذلك نحتاج فقط الى تبخير ٣ أرطال أخرى من الماء لكل رطل من المادة الصلبة ويتم هذه المرحلة الاضافية بواسطة التجفيف بالرذاذ بتكلفة قدرها ٣ سنت وهكذا فان التكلفة الكلية تصل الى ٤ر١٠ سنت لكل رطل من اللبن الفرز المجفف وبالتالى يتم توفير حوالى ٥ سنت لكل رطل واذا عرفنا أنه فى عام ١٩٧٢ تم انتاج اكثر من ٤ بليون رطل من منتجات الالبان المجففة يمكن أن نستنتج قيمة التوفير الناتج . ويوضح شكل (٢٥) رسما توضيحيا لكيفية عمل مجفف الرذاذ .

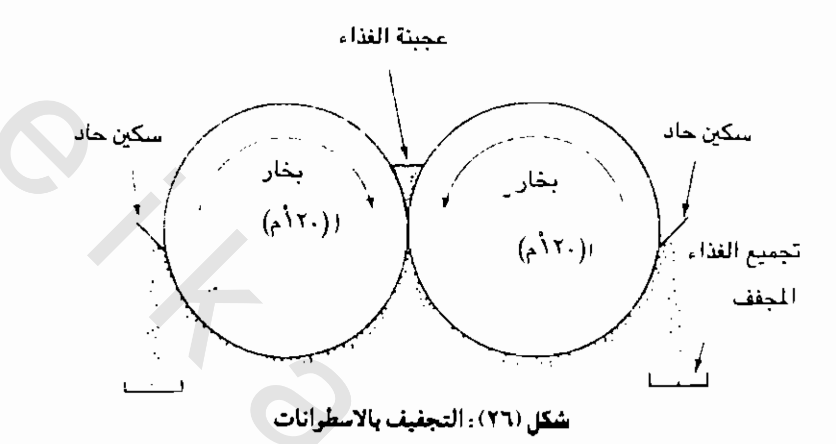


شكل (٢٥): التجفيف بالرذاذ

د - التجفيف بالاسطوانات : Drum Drying

تصلح هذه الطريقة مع المواد التى يصعب دفعها فى صورة رذاذ مثل البطاطس المهروسة أو عجينة الطماطم والمجفف المستخدم عبارة عن اسطوانتين دائريتين بينهما مسافة صغيرة

جداً ويمر داخل كل اسطوانة بخار ساخن تصل درجة حرارته الى ١٢٠ - ١٤٠م وعند مرور العجينة بين الاسطوانتين فانها تلتصق على اسطح الاسطوانات ويتم تبخير الماء منها وتجف ويتم كشطها اثناء دوران الاسطوانات بواسطة سكينة مثبتة بطريقة خاصة (شكل ٢٦) . وتستغرق عملية التجفيف حوالى ٢ - ٣ دقائق وتتكلف حوالى ٥ر سنت لكل رطل من الماء المتبخر أى أنها أرخص من التجفيف بالرذاذ الا أن الفقد فى العناصر الغذائية يكون اكبر ولكنه يظل أقل من الفقد الذى يحدث فى حالة التجفيف الشمسى أو باستخدام الانفاق .



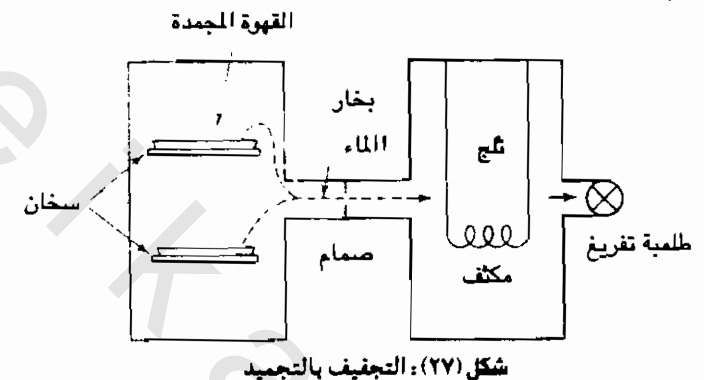
شكل (٢٦) : التجفيف بالاسطوانات

٥- التجفيف بالتجميد : Freeze Drying

تعتبر هذه الطريقة من أفضل طرق التجفيف فى وقتنا الحالى حيث تقل التغيرات الكيميائية غير المرغوبة وكذلك الفقد فى العناصر الغذائية الى أقل درجة ممكنة مقارنة بطرق الحفظ الاخرى نظراً لانخفاض درجة الحرارة المستخدمة فمثلا نسبة الفقد فى فيتامين (ج) فى الفاكهة تقل عن ١٪ كذلك يفقد أقل من ٥٪ من الثيامين فى لحم الخنزير ، بالاضافة الى ذلك فان التجفيف بهذه الطريقة يمنع الكرمشة التى يتعرض لها الغذاء فى حالة التجفيف بالانفاق وهذا يجعل اعادة الترطيب عند الطبخ أو الاستهلاك أسهل كثيراً ويعطى منتجات ذات جودة عالية .

ورغم ذلك فان هذه الطريقة غير شائعة الاستخدام نظراً لتكلفتها العالية بالنسبة لانواع التجفيف الاخرى حيث تتكلف العملية من ١٥ - ٢٠ سنت لكل رطل من الماء المتبخر ولذلك فانها تستخدم فقط فى حالة الرغبة فى الحصول على منتجات ذات مميزات خاصة مثل الادوية أو اغذية المعسكرات أو القهوة .

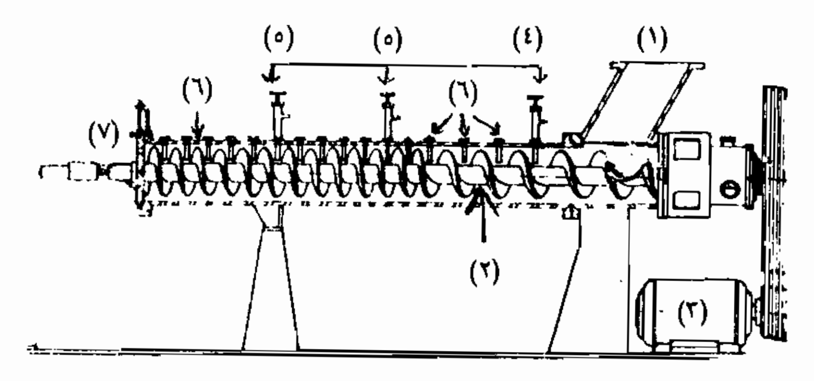
وعلى سبيل المثال فان انتاج القهوة المجففة بهذه الطريقة يتم بصب القهوة السائلة فى صينية من الحديد الصلب غير القابل للصدأ لمسافة حوالى $\frac{1}{4}$ العمق ثم توضع الصوانى فى غرفة التجميد على - ٤٠م (- ٤٠ف) وعندما تتجمد تنقل الى الغرفة المتصلة بطلمبة التفريغ حيث يتم امداد الطبقات المتجمدة بالحرارة بعد اجراء عملية التفريغ وتقوم الحرارة بتحويل الثلج مباشرة الى البخار الذى يندفع الى غرفة أخرى حيث يعاد تجميده على سطح المكثف ووجود التفريغ يساعد على سرعة تحرك البخار الناتج الى سطح المكثف ويمنع انصهار الثلج المتكون (شكل ٢٧) .



شكل (٢٧): التجفيف بالتجميد

و - التجفيف باستخدام الطبخ بالحرارة تحت ضغط : Extrusion Cooking

اصبحت هذه الطريقة شائعة الاستخدام بالنسبة لمنتجات الحبوب بصفة خاصة وتتم عملية التجفيف باستخدام جهاز يسمى Extruder ويتكون من اسطوانة تسخن من الخارج بالبخار ويتحرك بداخلها حلزون المسافة بينه وبين جدران الاسطوانة تقل باستمرار ويدخل المنتج المراد تجفيفه الى الجهاز على صورة عجينة ذات نسبة رطوبة محددة وعند دوران الحلزون فانه يحمل العجينة خلال الاسطوانة وهكذا فانها تتعرض لعملية طبخ بواسطة درجة حرارة الجدران العالية كما أن ضغطها يزداد باستمرار نتيجة الانخفاض المستمر فى المسافة بين الحلزون وجدران الاسطوانة حتى تخرج من فتحة صغيرة فى نهاية الاسطوانة ونظرا لارتفاع درجة حرارة العجينة وضغطها العالى فانها تتعرض للتمدد وزيادة الحجم كما يتبخر الماء منها بمجرد خروجها مما يعطى للمنتج القوام الهش المسامى . وكثير من اغذية الاطفال وكذلك اغذية الافطار السريعة الاعداد والمعروفة بالـ Snacks تحضر الان بهذه الطريقة ويوضح شكل (٢٨) أجزاء الجهاز المستخدم .



شكل (٢٨): الطبخ بالحرارة تحت ضغط

١ - قادوس التغذية

٢ - الحلزون

٣ - موتور الحركة

٤ - ، ٥ - صمامات دخول البخار الساخن

٦ - الحواجز الداخليه وغلاف الحلزون (الاسطوانة)

٧ - ماكينة التقطيع

ز - التجفيف بطريقة الرغوة : Foam - Mat Drying

وتستخدم هذه الطريقة أساسا مع عصائر الفاكهة المركزة حيث يتم ضرب هذه السوائل فى الخلاط مع مادة مثبتة للرغوة مثل الميثايل سليلوز الى ان يتم تكوين رغوة كثيفة ثم تفرد هذه المادة الرغوية على ألواح مثقبة فى صورة طبقة رقيقة ويتم تجفيفها بالهواء الساخن ثم طحنها وتحويلها الى مسحوق وقد تم تحويل كثير من عصائر الفاكهة المركزة مثل عصير البرتقال والليمون والجريب فروت والتفاح الى مسحوق منخفض فى نسبة الرطوبة بهذه الطريقة وتتميز المواد المجففة الناتجة بتركيب مسامى جيد يجعلها سريعة الذوبان حتى فى الماء البارد . ونظراً الى أن تبخير الماء من المواد الرغوية يتم بمعدل سريع فانه يمكن تجفيف المنتجات بهذه الطريقة على درجة حرارة منخفضة نسبياً وتحت الضغط الجوى العادى وفى زمن قصير فعلى سبيل المثال فان عصير الفاكهة المركز بسمك $\frac{١}{٨}$ بوصة يمكن تجفيفه على درجة ١٦٠ْف الى مستوى رطوبة ٢٪ خلال ١٥ دقيقة والمسحوق الناتج يتميز بلون ونكهة افضل مقارنة بمثيله الناتج باستخدام طرق التجفيف الاخرى التى يستخدم فيها ايضا الهواء الساخن .

وتستخدم هذه الطريقة بقلة نسبيباً نظراً لانخفاض فترة الصلاحية للمواد الناتجة حيث أن التركيب المسامى الذى تتميز به يؤدى الى سهولة ادمصاص الرطوبة والاكسجين وبالتالى يتيح الفرصة لحدوث التفاعلات التى تؤثر تأثيراً ضاراً على صفات الجودة .

ح - التحمير فى الدهن : Deep Fat Frying

فى هذه الحالة فان الزيت الساخن يحل محل الهواء الساخن كوسط تجفيف حيث يتم تبخير الماء ويخرج من المادة الغذائية ويحل الزيت محله وهكذا نحصل على منتج جديد وجاف ومثال ذلك قطع البطاطس الرقيقة .

ط - عملية الخبيز : Baking Process

تعتبر عملية الخبيز أيضا احدى طرق التجفيف حيث يتم فيها تبخير الماء من المنتج وكلما طالت مدة الخبيز كلما زاد جفاف المنتج وبالتالى تزداد فترة صلاحيته ومثال ذلك أنواع البسكويت الجاف المختلفة وكذلك الخبز الجاف .

ى - التجفيف باستخدام الطاقة الناتجة عن الموجات القصيرة : Microwave

عند تجفيف الاغذية بالطرق المختلفة يجف السطح الخارجى للغذاء اولا وهكذا فان الحرارة يجب ان تمر من سطح الغذاء خلال الطبقة الجافة حتى تصل الى الطبقات الداخلية لكى تقوم بتبخير جزيئات الماء منها وحيث أن انتقال الحرارة خلال الطبقات الجافة يتم بدرجة أبطأ كثيرا من انتقالها خلال الغذاء الرطب فان معدل التجفيف يقل باستمرار مما يؤدى الى بطء عملية التجفيف وقد أمكن التغلب على هذه العملية باستخدام الطاقة الناتجة عن الموجات القصيرة فى عملية التجفيف .

والاساس الذى تعتمد عليه هذه الطريقة هو أن جزيئات الماء بما تحمله من شحنة يمكن اعتبارها مثل المغناطيس أى ذات قطبين متضادين وحيث أن الموجات يمكنها ان تتخلل الغذاء سواء اكان جافا أو رطبا فإنها تقوم بخلق مجال كهربى داخل الغذاء وتبعاً لهذا تتحرك جزيئات الماء بسرعة فى اتجاه مضاد لشحنة المجال المتولد وكلما زادت سرعة حركة جزيئات الماء كلما تولد عنها طاقة تؤدى الى رفع درجة حرارة الغذاء وفى وجود تيار من الهواء فان جزيئات الماء الساخن تتبخر ويجف الغذاء وهذا هو أساس عمل فرن الميكرويف وقد تم تجربة هذه الطريقة مع أنواع كثيرة من الاغذية ولكن أهم عيوبها تكلفتها العالية ولهذا فان استخدامها كطريقة

تجفيف قائمة بذاتها محدود ولكن يمكن استخدامها لاتمام عمليات التجفيف التى تتم بالطرق الاخرى وقد أجريت فعلاً بعض التجارب لتطبيق هذه الطريقة فى المراحل الوسطية والنهائية لعملية التجفيف بالتجميد وقد أدى هذا إلى خفض الزمن اللازم لاتمام العملية بما يوازى $\frac{1}{10}$ – $\frac{1}{2}$ الزمن اللازم فى الطريقة العادية .

تعبئة وتخزين الاغذية المجففة :

بعد الانتهاء من عملية التجفيف لا بد من العناية الكاملة بعملية التعبئة والتخزين وذلك لتلافى زيادة الفقد فى عناصر الجودة أو القيمة الغذائية .

العبوة المستخدمة يجب أن توفر الحماية الكاملة من الماء والاوكسجين ولهذا يجب أن تكون مقاومة لاكتساب الرطوبة من الجو المحيط بها ولا بد أن يكون الفراغ الهوائى أقل ما يمكن ويفضل التعبئة تحت تفريغ أو فى وجود غاز خامل مثل النتروجين كذلك يجب أن تكون العبوة غير منفذة للضوء .

وبالنسبة لمكان التخزين يجب أن يكون بارد وجاف حيث أن أهم مشكلة تواجه الاغذية المجففة هى تغير صفاتها الطبيعية بمجرد وصول الرطوبة اليها فمثلاً البسكويت وقطع البطاطس الرقيقه تفقد القرمشة المميزة لها اذا وصلت نسبة الرطوبة الى ٤٠ – ٥٠٪ بالاضافة الى أن ارتفاع نسبة الرطوبة يتيح الفرصه لنشاط الاحياء الدقيقة ، ولا بد من اتخاذ الاحتياطات الكافية لمنع وصول الحشرات والقوارض الى مكان التخزين وذلك بمراعاة النظافة التامة وتغطية النوافذ بالسلك واستخدام المبيدات الحشرية لتطهير المخازن باستمرار مع ضمان عدم وصول هذه المبيدات الى الغذاء .

وفيما يلى نذكر أمثلة لبعض منتجات الفاكهة والخضروات المجففة :

١ – تجفيف العنب وانتاج الزبيب :

يعتبر الزبيب من المنتجات المجففة الشائعة ويتم الحصول عليه بتجفيف انواع معينة من العنب تتميز بارتفاع نسبة المواد الصلبة الذائبة وقوة الغلاف الخارجى سواء باستخدام التجفيف الشمسى أو الصناعى وحسب المواصفات القياسية المصرية يعرف الزبيب بأنه ناتج تجفيف واحد أو اكثر من أصناف العنب الطازج عديم البنور أو التى تحتوى على البنور والتى تصلح للتجفيف .

وبالنسبة للعنب المعد للتجفيف تشترط المواصفات القياسية المصرية الاشتراطات العامة التالية :

١ – أن تكون حبات عناقيد العنب المعدة للتجفيف من صنف الطومسون عديم البذور (العنب البناتى) أو المسكات ذو البذور أو غيرهما .

٢ – أن تكون سليمة تامة النضج ذات قوة حفظ طبيعية .

٣ – أن تكون خالية من الحشرات وأطوارها المختلفة .

خطوات تجفيف العنب :

١ – جنى المحصول عند تمام النضج حيث تصل نسبة المواد الصلبة الذائبة ومركبات النكهة الى أقصاها .

٢ – غمر عناقيد العنب فى محلول ساخن من الصودا الكاوية تركيزة ٥ر٪ لمدة ثوانى وذلك للتخلص من الطبقة الشمعية التى تغطى حبات العنب حتى تسهل عملية تبخير الماء أثناء التجفيف .

٣ – تغسل عناقيد العنب بالماء البارد حتى يتم ازلة اثار القلوى تماماً .

٤ – تجرى عملية الكبرتة بالغمر فى أحد محاليل حامض الكبريتوز بحيث تصل نسبة ثانى اكسيد الكبريت الى ٨٠٠ – ١٥٠٠ حزء فى المليون فى المنتج النهائى حتى يمكن الحصول على زبيب لونه فاتح ومرغوب .

٥ – تفرد العناقيد على صوانى خشبية وتوضع فى مكان مشمس لمدة ٥ – ١٥ يوم مع التقليب ثم تكمل عملية التجفيف فى الظل حيث ترص الصوانى فوق بعضها وتترك حتى يتم استوائها وتنتهى عملية التجفيف عندما تصل نسبة الرطوبة فى الزبيب الى ١٥ – ١٨٪ وفى حالة استخدام التجفيف الصناعى ترص عناقيد العنب بعد اجراء عملية الكبرته على صوانى خاصة وتوضع فى المجفف ذى الانفاق على درجة حرارة ١٥٥ – ١٦٥ْف وتستغرق عملية التجفيف حوالى ٢٠ – ٢٥ ساعة .

٦ – بعد انتهاء عملية التجفيف ترص العناقيد فى صناديق وتكبس جيدا مع مراعاة عدم تكسرها حتى يسهل ازالتها بعد ذلك وتترك لمدة ٢ – ٣ أسابيع حتى يتم تجانس الرطوبة ودرجة الحلاوة فى الزبيب ثم يفصل الزبيب من العناقيد يدويا أو آليا باستخدام ماكينات خاصة .

٧ – يعبأ الزبيب الناتج فى عبوات مناسبة تحافظ على الخواص المميزة للمنتج ويوضح عليها البيانات التالية والتى تحددها المواصفات القياسية المصرية :

أ - عبارة زبيب ونوعه .

ب - اسم المنتج وعنوانه وعلامته التجاريه .

جـ - الوزن الصافى .

د - تاريخ الانتاج وتاريخ انتهاء الصلاحية .

هـ - فى حالة اجراء عملية الكبرته تدون نسبة ثانى اكسيد الكبريت على العبوة .

ز - عبارة صنع فى مصر فى حالة الانتاج المحلى . ويجب ان تكتب البيانات باللغة العربيه بخط واضح ويجوز كتابتها بلغة اخرى بجانب اللغة العربية بخط أصغر .

وبالنسبة للزبيب الناتج تحدد المواصفات القياسية المصرية - الاشتراطات الاتية :

١ - أن يكون الزبيب متجانس اللون لامعا .

٢ - أن يتراوح لونه بين الاصفر الباهت والعقيقى .

٣ - أن يكون خاليا من بقايا الاعناق الثمرية .

٤ - أن يكون خاليا من الروائح والطعم الغريب .

٥ - أن يكون نظيفا خاليا من الاتربة والرمال أو أية اجزاء معدنية .

٦ - أن يكون خاليا من الاصابات الحشرية .

٧ - لا تقل نسبة الرطوبة فى الزبيب عن ١٥٪ ولا تزيد على ١٨٪

٨ - لا تزيد نسبة ثانى اكسيد الكبريت على الحدود المسموح بها صحياً .

٩ - أن يكون خاليا من النموات الفطرية وسمومها الضارة .

١٠- أن يكون خاليا من الميكروبات المرضة وسمومها الضارة .

٢ - لفائف المشمس المجفف " قمر الدين "

قمر الدين حسب تعريف المواصفات القياسية هو ناتج تجفيف العجينة الناتجة من هرس المشمش التام النضج والتلوين والمجهز على صورة لفائف ، ويشترط فى ثمار المشمش المستخدمة أن تكون سليمة تامة النضج خالية من الحشرات أو اجزائها أو اطوارها أو الاصابات الفطرية .

ويتم الحصول على لفائف قمر الدين باتباع الخطوات الاتيه :

١ – جنى المحصول عند تمام النضج واكتمال التلوين

٢ – اجراء عملية الغسيل للثمار للتخلص من الاتربة وآثار المبيدات .

٣ – اجراء عملية الفرز لاستبعاد اى ثمار غير مطابقة للمواصفات المطلوبة .

٤ – اجراء عملية الكبرتة للثمار الكاملة باستخدام غاز ثانى اكسيد الكبريت .

٥ – تهرس الثمار ويتم التخلص من النوى ويعصر اللب الناتج ويصفى .

٦ – يوضع العصير المتحصل عليه فى الخطوة السابقة فى صوانى خشبية مع مراعاة دهانها بزيت الزيتون حتى لا تلتصق اللفائف الناتجة بالصوانى ويصعب الحصول عليها سليمة .

٧ – تترك الصوانى فى مكان مشمس حتى يجف العصير تماما وتستغرق العملية حوالى ٣ – ٤ أيام حيث تصبح نسبة الرطوبة فى الناتج المجفف ١٦ – ١٨٪ .

هذا وتنص المواصفات القياسية المصرية عل ضرورة توفر الاشتراطات الاتية فى اللفائف الناتجة :

١ – أن يكون المنتج خاليا تماما من البذور أو أجزائها أوالمواد الغريبة .

٢ – أن يكون متجانسا فى القوام واللون والطعم والرائحة المميزة لثمار المشمش التامة النضج ويحظر استخدام الالوان الصناعية .

٣ – أن يكون خاليا من التزنخ والروائح الغريبة .

٤ – أن تكون اللفائف مرنة غير ملتصقة يسهل فردها .

٥ – لا تزيد نسبة الرطوبة على ١٨٪ .

٦ – لا تزيد نسبة السكريات الكلية على ٧٠٪ محسوبة كسكريات أحادية .

٧ – لا تزيد نسبة الالياف على ٥ر٣٪ .

٨ – لا تزيد نسبة الحموضة الكلية على ٥٪ محسوبة كحامض ستريك لا مائى .

٩ – لا يزيد حد ثانى اكسيد الكبريت على ٢٠٠٠ جزء فى المليون .

١٠ – لا يزيد حد الزرنيخ على ١ر جزء فى المليون والرصاص على ٢ جزء فى المليون والنحاس على ١٠ جزء فى المليون .

١١ - أن يكون المنتج خاليا من بكتريا القولون النمونجى .

١٢ - لا يزيد عدد خلايا الفطر على ١٠٠ خلية / جم .

ويجب تعبئة اللفائف الناتجة فى عبوات سليمة ونظيفة وبالطريقة المناسبة التى تؤدى لحمايتها من التلوث أو امتصاص الرطوبة من الجو ويجب أن يوضح على العبوة وبخط واضح اسم الصنف ونوعه والاسم التجارى للصنف واسم المنتج وعلامته التجارية أو احداهما وكذلك المكونات الاساسية والمواد المضافة والوزن الصافى وتاريخ الانتاج وتاريخ انتهاء الصلاحية وعبارة صنع فى مصر فى حالة الانتاج المحلى واشتراطات التخزين والتداول .

٣ - البصل المجفف

البصل المجفف حسب تعريف المواصفات القياسية المصرية هو ناتج تجفيف البصل الطازج تجفيفا صناعيا بعد فصل قشرته الخارجية والساق القرصية ، والبصل المجفف المكبرت هو الذى يعامل قبل التجفيف بغاز ثانى اكسيد الكبريت او بغمر شرائحه أو قطعه أو مبشوره فى محلول يحتوى على احد أملاح حمض الكبريتوز .

ويجفف البصل على صور مختلفة فقد يكون على هيئة حلقات أو شرائح أو على صورة مسحوق أو مجزأ بأحجام مختلفة أو على صورة بصل مفتت ، وتعتبر صناعة تجفيف البصل من الصناعات الرائجة والتى تحتل مكانة بارزة حيث أن اصناف البصل المصرى تمتاز بصفات جودة عالية وخاصة البصل الصعيدى حيث ترتفع نسبة المواد الصلبة والحريفه وكذلك تتوافر النكهة المتميزة القوية .

هذا وتتم عملية تجفيف البصل باتباع الخطوات التالية :

١ - اختيار الصنف المناسب .

٢ - اجراء عملية الفرز لاستبعاد الثمار التالفة أو المصابة .

٣ - اجراء عملية الغسيل ثم عملية التقشير سواء بالطريقة اليدوية أو باستخدام اللهب ويجب ازالة الجذور أو بقاياها وكذلك القمة وقد تجرى عملية التقشير أولا ثم يليها بعد ذلك الغسيل .

٤ - تجهيز واعداد البصل فى الصورة التى سوف يجفف عليها ونظراً لرائحة البصل النفاذة فان حجرة التقطيع يجب ان تزود بمصدر تهوية كما يجب الاسراع فى عملية التقطيع والاعداد حيث أن طول فترة الاعداد يؤدى الى زيادة نسبة الفقد فى المواد الطيارة مما يؤثر على جودة البصل الناتج .

٥ – اجراء عملية الفرز للتخلص من بقايا القشور وأى مواد اخرى غريبة أو اجزاء بصل لا تصلح للتجفيف .

٦ – اجراء عملية الكبرته للمحافظة على اللون الابيض المرغوب للبصل المجفف الناتج .

٧ – يحمل البصل المكبرت على صوانى التجفيف بمعدل رطل وربع للقدم المربع ويتم التجفيف على درجة حرارة ١٦٠ْف والافضل أن تكون درجة الحرارة أقل من ذلك (١٣٥ْف) نظراً لحساسية المركبات المسئولة عن النكهة والحرافة لدرجات الحرارة المرتفعة وقد يجفف البصل على مرحلتين بحيث تكون درجة الحرارة فى المرحلة الاولى ١٦٠ْف وفى المرحلة الثانية ١٣٥ْف وتستمر عملية التجفيف حتى تنخفض نسبة الرطوبة فى البصل الى ٤ – ٦٪ .

هذا وتحدد المواصفات القياسية المصرية بعض الاشتراطات والصفات العامة والخاصة للبصل المجفف نذكرها فيما يلى :

أولا : الاشتراطات والصفات العامة :

١ – يجب أن يكون محتفظاً بمعظم حرافته ونكهته عند اعادته الى حالته الاصليه .

٢ – أن يكون متجانس اللون وأن يكون لونه أبيض مائل الى الصفرة " عاجى "

٣ – أن يكون خاليا من القشور والمواد الغريبة والاجزاء المحروقة أو داكنة اللون وأى رائحة غريبة أخرى والحشرات وأجزاءها .

٤ – يجب أن لا تزيد نسبة ثانى اكسيد الكبريت فى البصل المجفف المكبرت على ٥٠٠ جزء فى المليون .

٥ – يجب ان لا تزيد نسب المعادن خاصة المعادن الثقيلة عن الحدود المسموح بها فى المواد الغذائية طبقا لقوانين وزارة الصحة .

٦ – يجب أن لا تزيد نسبة الرماد الكلى على ٤٪ بالوزن

٧ – يجب ان لا تزيد نسبة الرماد غير الذائب فى الحمض على ١ر٪ بالوزن .

٨ – لا يزيد الجزء من الرماد غير القابل للذوبان فى الماء الساخن على ٢٠٪ .

٩ – أن يكون العد الميكروبى للمنتج النهائى كما يلى :-

أ – لا يزيد عدد الفطر على ١٠٠٠ خلية فى الجرام .

ب - لا يزيد عدد خلايا الخميرة على ١١٠٠ خلية فى الجرام .

جـ - لا يزيد عدد البكتريا الترموفيلية اللاهوائية التى تفرز غاز كبريتيد الأيدروجين على ١٥ خلية /١٠٠ جرام

د - لا يزيد عدد البكتريا الترموفيلية اللاهوائية التى لا تفرز غاز كبريتيد الايدروجين على ١٥ خلية/ ١٠٠ جرام.

هـ - أن يكون خاليا تماما من بكتريا القولون النموذجى .

و - لا يزيد العدد الكلى للبكتريا على ٣٠٠ ألف / جرام فى المتوسط من البصل المجفف عند التحضين على درجة ٣٢ْم لمدة ٤٨ ساعة .

ثانيا : الاشتراطات والصفات الخاصة :

عند تجفيف البصل على هيئة حلقات أو شرائح يتم تقطيعه واعداده للتجفيف بسمك $\frac{١}{٤}$ - $\frac{١}{٨}$ بوصة ويشترط أن يتوفر فى الناتج المجفف المواصفات الاتية :

١ - أن تكون الحلقات او الشرائح قابلة للتقصف بسهولة مكونة حافة حادة عند موضع الكسر .

٢ - لا تزيد نسبة الرطوبة فيها على ٧٪ .

٣ - لا يمر ٦٠٪ منها على الاقل من منخل قطر ثقوبه ١٦ مم ولا يزيد ما يمر منها من منخل قطر ثقوبه ١٢ مم على ٥٪ .

٤ - أن يسترد الناتج المجفف شكله الاصلى تقريبا فى فترة لا تتجاوز ثلاثين دقيقة بعد وضعه فى ماء مغلى .

وبالنسبة للبصل المجفف المجزأ الكبير يجب أن لا تزيد نسبة الرطوبة به على ٦٪ وأن يمر ٨٠٪ منه على الاقل من منخل قطر ثقوبه ١٦ مم ولا يزيد ما يمر منه من منخل قطر ثقوبه ١٢مم على ٥٪ وفى حالة البصل المجفف المجزأ المتوسط يجب ان لا تزيد نسبة الرطوبة به على ٦٪ وأن يمر ٨٠٪ منه على الأقل من منخل قطر ثقوبه ١٢ مم ولا يزيد ما يمر منه من منخل قطر ثقوبه ٨مم على ٥٪ أما البصل المجفف المجزأ الصغير فيجب أن لا تزيد نسبة الرطوبة به أيضاً على ٦٪ وأن يمر ٨٠٪ منه على الاقل من منخل قطر ثقوبه ٨مم ولا يزيد ما يمر منه من منخل قطر ثقوبه ٢٫٣٨ مم على ٥٪ .

كما تنص المواصفات بالنسبة للبصل المجفف المفتت على أن لا تزيد نسبة الرطوبة به

على ٦ ٪ وأن يمر ٨٠٪ منه على الاقل من منخل قطر ثقوبه ٣٨ر٢مم ولا يزيد ما يمر منه من منخل قطر ثقوبه ٦٤ر مم على ٥٪ .

وبالنسبة للبصل المجزأ غير المصنف يجب أن لا تزيد نسبة الرطوبة على ٦٪ وأن لا يزيد مالا يمر منه من منخل قطر ثقوبه ٣٨ر٢ مم على ٥٪ وأخيراً بالنسبة للبصل المجفف المسحوق تنص المواصفات على أن نسبة الرطوبة به يجب أن لا تزيد على ٥٪ وأن يكون متدفقا يسهل سكبه عند تفريغه من العبوة وأن لا يزيد مالا يمر منه من منخل قطر ثقوبه ٦٤ر مم على ٥٪ .

وتقرر المواصفات القياسية المصرية أيضاً أنه يجوز انتاج البصل المجفف صناعيا بجميع اشكاله اذا كان محمصا على أن تكون له المواصفات القياسية التالية :

١ - أن يكون ذا لون بنى فاتح .

٢ - أن يكون ذا رائحة طبيعية .

٣ - أن يكون خاليا من البصل المحروق .

٤ - أن لا تزيد نسبة الرطوبة فى البصل المجزأ على ٥ر٣٪ وفى البصل المسحوق على ٤٪.

هذا ويدرج البصل المجفف الناتج بجميع اشكاله ما عدا المفتت الى الرتبتين الاتيتين :

١ - الرتبة الممتازة :

لا تزيد نسبة العيوب بها على ٢ ٪ بالوزن والبصل المجفف المسحوق من هذه الرتبة يجب ألا يزيد نسبة ما يمر منه من منخل قطر ثقوبة ٦٤ر مم على ٢ ٪ بالوزن .

٢ - الرتبه القياسية :

لا تزيد نسبة العيوب بها على ٧٪ بالوزن .

وتشمل العيوب المشار اليها فى هذه الرتب الحروق والالوان الغريبة والاجزاء السوداء الناتجة عن عملية التجفيف سواء كان العيب كليا أو جزئياً وأجزاء الحامل النورى (الحنبوط) .

ومن ناحية التعبئة فان العبوات يجب أن تكون سليمة ومتينة ونظيفة وجافة وخالية من الرائحة الغريبة ومحكمة القفل ويجب أن يوضح على العبوات البيانات التاليه :

١ - عبارة بصل مجفف وشكله أو كلمة محمص اذا كان محمصاً .

٢ - الرتبة .

٣ – الحد الاعلى لنسبة الرطوبة .

٤ – اسم المصدر أو المنتج وعلامته التجارية أو أحدهما .

٥ – عبارة " انتاج ج . م . ع "

ويجب أن يخزن البصل المجفف بعد تعبئته فى مخازن مهواة نظيفة جافة خالية من الحشرات والفطريات .

حسابات الكبرتة والتجفيف

١ – حسابات عملية الكبرتة :

تجرى عملية الكبرته كما سبق ذكره اما باستخدام غاز ثانى اكسير الكبريت (كب $أ_{٢}$) الناتج من حرق زهر الكبريت حيث يتم تعريض الثمار للغاز فى غرف خاصة أو غمر الثمار فى محلول احد املاح حمض الكبريتوز مثل كبريتيت الصوديوم (ص$_{٢}$ كب $أ_{٣}$) أو ميتا كبرتيت الصوديوم (ص$_{٢}$ كب $أ_{٥}$) أو خليط منهما وتتوقف مدة التعريض أو الغمر فى المحلول على التركيز المطلوب من غاز ثانى اكسيد الكبريت فى المنتج . ولتوضيح حسابات هذه العملية نذكر المثال التالى :

اذا علمت أن :

أ – وزن المنتج المجفف ١٠٠ كجم

ب – التركيز المطلوب من غاز كب $أ_{٢}$ فى المنتج المجفف ٥٠٠ جزء فى المليون

ج – نسبة الفقد فى كمية كب $أ_{٢}$ اللازمة ٢٥٪

د – كفاءة غرف حرق زهر الكبريت ٦٠٪

فاحسب كمية زهر الكبريت – كبريتيت الصوديوم – ميتاكبريتيت الصوديوم اللازمة لاجراء عملية الكبرتة فى كل حالة .

الحل

١ – كمية كب $أ_{٢}$ اللازمة

١٠٠٠٠٠٠ جزء من المادة المجففة تحتوى على ٥٠٠ جزء (كب $أ_{٢}$)

١٠٠ × ١٠٠٠ × ١٠٠٠ ⟵ س

س = $\frac{١٠٠ \times ١٠٠٠ \times ١٠٠٠ \times ٥٠٠}{١٠٠٠٠٠٠}$ = ٥٠٠٠٠ جزء فى المليون

= ٥٠ جم كب أ٢

٢ – كمية (كب $أ_٢$) اللازمة بعد حساب نسبة الفقد

كل ١٠٠ وحدة وزنية من كب أ٢ نحصل منها على ٧٥

س ⟵ ٥٠

س (كمية كب $أ_٢$ المطلوبة) = $\frac{٥٠ \times ١٠٠}{٧٥}$ = ٦٦,٦٧

٣ – كمية زهر الكبريت اللازمة

عملية الحرق

فى وجود $أ_٢$ = كب $أ_٢$

٣٢ ⟵ ٦٤

س ⟵ ٦٦,٦٧

س (كمية زهر الكبريت) = $\frac{٦٦,٦٧ \times ٣٢}{٦٤}$ = ٣٣ر٣٤ جم

٤ – كمية زهر الكبريت اللازمة تبعا لكفاءة غرف الحرق

كل ١٠٠ وحدة وزنية من كب أ٢ يفقد منها ٦٠

س ⟵ ٣٣ر٣٤

س (كمية زهر الكبريت) = $\frac{٣٣ر٣٤ \times ١٠٠}{٦٠}$ = ٥٥,٥٦ جم تقريبا

٥ – كمية كبريتيت الصوديوم اللازمة

$ص_٢$ كب أ٢ ⟵ كب $أ_٢$ + $ص_٢$ أ

١٢٦ ⟵ ٦٤

س ⟵ ٦٦,٦٧

س (كمية كبريتيت الصوديوم المطلوبه) = $\frac{١٢٦ \times ٦٦,٦٧}{٦٤}$ = ١٣١,٢٦ جم

٦ – كمية ميتاكبريتيت الصوديوم اللازمة

ص٢ كب أ٥ ⟵ ٢ كب أ٢ = ص٢ أ

١٩٠ ⟵ ١٢٨

س ⟶ ٦٦,٦٧

س (كمية ميتا كبريتيت الصوديوم المطلوبه) = $\frac{١٩٠ \times ٦٦,٦٧}{١٢٨}$ = ٩٨,٩٦ جم

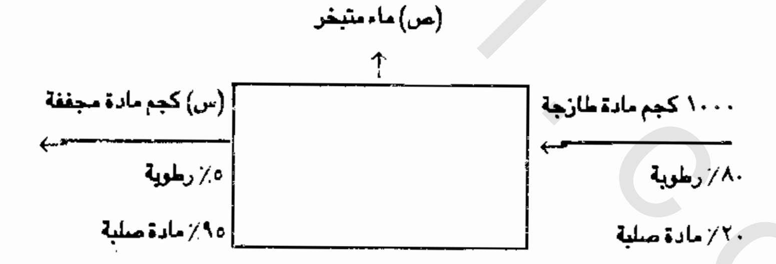
وهكذا نرى أن عملية الكبرته لهذا المنتج تحتاج الى ٥٥,٥٦ جم من زهر الكبريت أو ١٣١,٢٦ جم من كبريتيت الصوديوم أو ٩٨,٩٦ جم من ميتا كبريتيت الصوديوم .

٢ – حسابات عملية التجفيف :

اذا كان المراد تجفيف طن مادة خام نسبة الرطوبة بها ٨٠٪ بحيث تصبح نسبة الرطوبة فى المنتج النهائى ٥٪ فاحسب وزن المادة الجافة الناتجة وكذلك نسبة التجفيف .

الحل

يمكن اجراء الحسابات المطلوبة بتطبيق ميزان المادة كما يلى :



الميزان الاجمالى :

وزن المواد الداخلة الى المجفف = وزن المواد الخارجة منه

١٠٠٠ كجم مادة طازجة = (س) كجم مادة جافة + (ص) كجم بخار ماء .

ميزان المواد الصلبة :

وزن المواد الصلبة الداخلة = وزن المواد الصلبة الخارجة

١٠٠٠ × ٢٠ / ١٠٠ ← = س × ٩٥ / ١٠٠ + ص × صفر / ١٠٠

٢٠٠٠٠ = ٩٥ س

س (وزن المادة المجففة) = ٢٠٠٠٠ / ٩٥ = ٢١٠ر٥ كجم

نسبة التجفيف = وزن المادة الجافه : وزن المادة الطازجة

= ٢١٠ر٥ : ١٠٠٠

= ١ : ٤ر٧٥